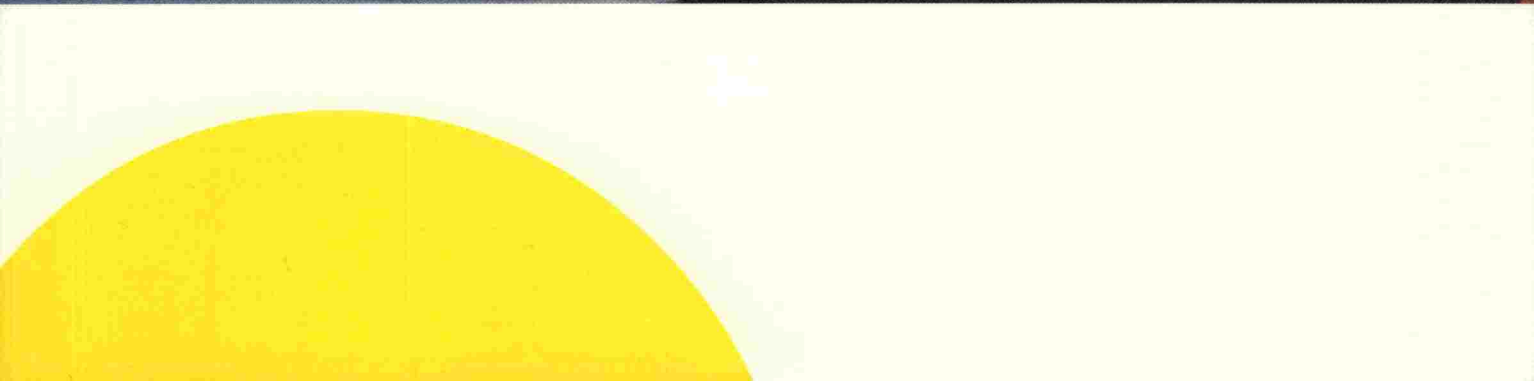


Hannu Peltoniemi, Siri Gröndahl

Raippaluodon sillan liukkaudentorjunta – menetelmätutkimus

Tiehallinnon selvityksiä 2/2004



11.3.2004

Raippaluodon sillan liukkaudentorjunta - menetelmätutkimus

Tiehallinnon Palvelujen hankinta lähettää käyttöönnne otsikossa mainitun raportin, jossa selvitettiin automaattisen liukkaudentorjuntajärjestelmän toimivuutta Suomen oloissa sekä vertailtiin sen etuja ja haittoja perinteiseen liukkaudentorjuntamenetelmään verrattuna.

Raippaluodon sillalle rakennettiin vuosina 2001 - 2002 Suomen ensimmäinen automaattinen liukkaudentorjuntajärjestelmä. Korroosion vähentämiseksi liukkaudentorjunta-aineena sillalla käytetään kaliumformiaattia.

Tutkimusjakson kaksi ensimmäistä talvea liukkaudentorjunta hoidettiin perinteisellä menetelmällä. Kaliumformiaattia levitettiin sillalle säiliöautolla. Kolmantena tutkimustalvena oli käytössä automaattinen liukkaudentorjuntajärjestelmä muutamaa häiriötilannetta lukuun ottamatta. Automaattista liukkaudentorjuntajärjestelmää säätelevät sillalla olevat kelianturit ja tiesääasema. Liukkaudentorjunta käynnistetään puhelimen soitolla tukikohdasta. Sillalle leviää 170 litraa sulatusliuosta kerrallaan. Liukkailla keleillä kaliumformiaattia suihkutettiin tutkimusaikana 1-3 kertaa vrk:ssa. Säiliöautolla liuosta levitettiin sillalle 100-450 l/krt kahden ensimmäisen tutkimusvuoden aikana.

Automaattisen sulatusjärjestelmän heikkoutena sillalla on se, että kaliumformiaattiliuos ei leviä tielle tasaisesti. Silloin kun liikenne on vähäistä, liuos ei leviä autojen renkaiden mukana koko sillalle edes ajourien kohdalle. Suuttimien lähelle jää runsaasti liuosta ja niiden väleille ei juuri lainkaan. Tällöin tienpinta saattaa olla paikoitellen liukas. Parhaiten liukkaudentorjuntajärjestelmä toimii silloin, kun liikenne sillalla on mahdollisimman tasainen kumpaankin suuntaan.

Raippaluodon silta ei ehkä ollut paras mahdollinen kohde automaattiselle liukkaudentorjuntalaitteistolle, koska järjestelmän hyvä toiminta edellyttää säännöllistä liikennettä. Todennäköisesti tulevaisuudessa liikennemäärän noustessa sillalla liukkaudentorjuntajärjestelmän toiminta tehostuu. Parhaiten laitteistoa sopisi käyttää runsasliikenteisillä silloilla Etelä-Suomessa sekä rannikkoseudulla aina Ouluun saakka, jossa talvet ovat vähälumisia ja lämpötila vaihtelee 0 °C molemmin puolin. Mustaa jäätä järjestelmä sulattaa hyvin.

Tiehallinnon myytävien julkaisujen jakelun hoitaa Editä. Julkaisumyynti toimii ar-

1.3.2004

kisin klo 8-16, puh. 020 450 011, fax 020 4502470, s-posti
asiakaspalvelu.prima@edita.fi . Raporttiin voi tutustua myös internetissä osoit-
teessa http://www.tiehallinto.fi/julkaisut/lista_muut.htm.

Kehittämismvastaava
Palvelujen hankinta

Anne Leppänen

LIITTEET Raippaluodon sillan liukkaudentorjunta. Helsinki 2003. Tiehallinto, Palvelujen han-
kinta. Tiehallinnon selvityksiä /2004, ISBN 951-803-182-7, ISSN 1457-9871, TIEH 3200850.

JAKELU

Aulis Nironen, Kh,
Jukka Isotalo; Kh
HA-prosessi, Kh, 10 kpl
S-prosessi, Kh
Tekniset palvelut, Kh
Tiepiirit
Suunnittelupäällikkö, tiepiirit
Hankintapäällikkö, tiepiirit
Hoidon asiantuntijaverkon jäsenet tiepiireissä (1/tiepiiri)
O. Penttinen, S/Kh
H. Jalonen, HA/Kh
A. Myllyä, HA/Kh
H. Lappalainen, HA/Kh (Hämeen tiepiirissä)
A. Jansson, TP/Kh
Tiehallinnon kirjasto 13 kpl
Sini Gröndahl, Tieliikelaitos, PL 101, 65101 Vaasa, 10 kpl

TIEDOKSI

A. Leppänen

Hannu Peltoniemi, Siri Gröndahl

Raippaluodon sillan liukkaudentorjunta – menetelmätutkimus

Tiehallinnon selvityksiä 2/2004

ISBN 951-803-182-7
ISSN 1457-9871
TIEH 3200850

Verkkoversio (www.tiehallinto.fi/julkaisut)pdf
ISBN 951-803-183-5
ISSN 1459-1553
TIEH 3200850-v

Edita Prima Oy
Helsinki 2004

Julkaisua myy:
asiakaspalvelu.prima@edita.fi
puh. 020 450 011
fax. 020 450 2470



TIEHALLINTO
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 22 11

TIIVISTELMÄ

Raippaluodon sillalle rakennettiin vuosina 2001 - 2002 Suomen ensimmäinen automaattinen liukkaudentorjuntajärjestelmä, jonka toimintaa säätelevät sillalla olevat kelianturit ja tiesääasema. Kelitieto sillalta menee Turun keli-keskukseen, josta annetaan kelivaroitus sillan kunnossapidosta vastaavaan Tieliikelaitoksen Vanhan Vaasan tukikohtaan. Tukikohdasta liukkaudentorjunta käynnistetään puhelimen soitolla. Betonin ja teräksen korroosiovaaran vuoksi sillan liukkaudentorjunnassa käytetään perinteisen natriumkloridin sijasta Kemira Chemicalsin valmistamaa Meltiumia, joka on 50 %:ista kaliumformiaattiliuosta. Meltiumia suihkutetaan sillan kannelle keskilinjalla olevien 54 suuttimen kautta. Lopullisen sulatusnesteen levittämisen pitkin sillan kantta hoitaa yli ajava liikenne ja gravitaatio.

Tätä selvitystä varten kerättiin tietoa liukkaudentorjunnasta kolmen viimeksi kuluneen talven ajalta. Tutkimusjakson kaksi ensimmäistä talvikautta Meltium levitettiin sillalle säiliöautolla. Talven 2002-03 liukkaudentorjunta hoidettiin muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta automaattisella liukkaudentorjuntajärjestelmällä. Järjestelmään kuuluu myös automaattisesti vaihtuva nopeusrajoitus sekä liukkaudesta varoittava liikennemerkki, jotka saavat käskynsä sillalla olevista antureista. Keväällä 2003 selvitettiin haastattelututkimuksella sillan käyttäjien tyytyväisyyttä uuteen järjestelmään.

Meltiumia kului automaattisella liukkaudentorjuntajärjestelmällä talvikaudella 2002/2003 varsinaiseen liukkaudentorjuntaan 6925 l, kun sitä kului perinteellisellä menetelmällä suoritettuun liukkaudentorjuntaan talvella 2000/2001 5220 litraa ja talvella 2001/2002 4900 litraa. Varsinaista eri menetelmien kustannusvertailua ei vielä tässä vaiheessa voida suorittaa, koska laitteiston rakentaminen on vielä kesken ja siinä esiintyy huolto- ja korjauskuluja lisääviä "lastentauteja", jotka poistunevat ajan myötä. Hanke on silti ollut tutkimus- ja kehityshankkeena varsin merkittävä tällä alalla.

Asiakastyytyväisyyskyselyyn vastanneista 60 % totesi uuden liukkaudentorjuntamenetelmän toimineen paremmin tai yhtä hyvin kuin vanhan. Vastaa-vasti 26% mielestä liukkaudentorjunta oli ollut aiempaa huonompaa. Kyse-lyssä tiedusteltiin tienkäyttäjien mielipidettä myös automaattiseen nopeusrajoitukseen. Sen toimivuuteen oltiin yleisesti tyytymättömiä.

SUMMARY

Finland's first automated antiskid treatment system was constructed on the Raippaluoto bridge in 2001 – 2002. The operation of the system is controlled by driving condition sensors and a road weather station on the bridge. Driving condition data is sent from the bridge to the Turku road weather center, which sends a road weather warning to Finnra's base in Old Vaasa, which is responsible for the maintenance of the bridge. Antiskid treatment is started by a phone call from the base. Due to the danger of corrosion of the concrete and steel, Meltium, a 50 % solution of potassium formate manufactured by Kemira Chemicals, is used in place of conventional sodium chloride in the antiskid treatment. The Meltium is sprayed onto the deck of the bridge through 54 nozzles located on the centerline. The traffic on the bridge and gravity spread the melting solution along the length of the bridge.

For this study, information about antiskid treatment over the past three winters was collected. During the first two winters of the study period, Meltium was spread onto the bridge with a tank truck. With only a few exceptions, antiskid treatment during the winter of 2002-2003 was taken care of by the automated antiskid treatment system. The system also includes automatic variable speed limit signs and a sign warning of slipperiness, which are controlled by sensors on the bridge. In the spring of 2003 a survey was conducted to determine how satisfied bridge users were with the new system.

Antiskid treatment with the automated system consumed 6925 liters of Meltium during the winter of 2002/2003. Conventional antiskid treatment consumed 5220 liters during the winter of 2000/2001 and 4900 liters during the winter of 2001/2002. Actual cost comparisons of the two methods cannot be made yet because the system is still under construction and it still suffers from early "bugs" which increase maintenance costs, but which will eventually be eliminated. Nevertheless, the project has been quite significant as a research and development project in this sector.

Sixty percent of the respondents of the customer satisfaction survey said the new antiskid treatment system functioned better than or as well as the old one. Correspondingly, 26 % felt antiskid treatment was worse than before. The survey also asked the road users' opinion on the automatic speed limit system. The respondents were generally unsatisfied with its operation.

Sisältö

1	JOHDANTO	10
2	SILLAN LIUKKAUDENTORJUNTA	10
2.1	Liukkaudentorjunta-aine Meltium	10
2.2	Sillan perinteinen liukkaudentorjuntamenetelmä	11
2.3	Sillan automaattinen liukkaudentorjuntajärjestelmä	11
2.4	Automaattinen nopeusrajoitus	14
3	SILLAN KÄYTTÄJIEN HAASTATTELUTUTKIMUS	15
4	SILLAN TARKASTUSKÄYNNIT	17
4.1	Tien kuntotilanne Raippaluodon sillalla 6.11.2002 klo 9:00	17
4.2	Tien kuntotilanne Raippaluodon sillalla 13.3.2003 klo 8:00	18
4.3	Tien kuntotilanne Raippaluodon sillalla 8.8.2003 klo 15:00	19
5	YHTEENVETO	20
	LIITELUETTELO	22

1 JOHDANTO

Raippaluodon 1045 metrin pituinen vinoköysisilta otettiin käyttöön elokuussa 1997 korvaamaan mantereen ja saaren välistä lossiyhteyttä. Liikennemäärä Raippaluodon ja mantereen välillä on ollut sen jälkeen selvässä kasvussa. Vuoden 2003 alussa oli tierekisterin mukaan keskimääräinen vuorokausiliikenne tieosalla 6, joka sijaitsee välittömästi sillan takana, Raippaluodon puolella, 2073 ajoneuvoa/vrk, josta raskaan liikenteen osuus 3,5%. Vuonna 1997 KVL oli ollut samalla tieosalla 1441 ajoneuvoa/vrk.

Silta kuuluu talvihoitoluokkaan I, jonka talvikunnossapitovaatimusten mukaisesti *"Tie on pääosan ajasta paljas tai siinä voi esiintyä kapeita, matalia polannekaistoja ajokaistojen ja ajourien välissä. Sään muutostilanteissa ja yöaikaan tiellä voi olla lievää liukkautta. Liukkauden ongelmatilanteet pyritään estämään ennakoivasti liukkauden torjunnalla."*

Sillan valmistuttua liukkaudentorjunta hoidettiin säiliöautolla Vanhan Vaasan tukikohdasta käsin. Betonin ja terästen korroosion vähentämiseksi liukkaudentorjunta-aineena on käytetty natriumkloridin sijasta Meltiumia, joka on Kemira Chemicalsin tuotenimi 50 %:selle kaliumformiaattiliuokselle.

Kesäkuussa 2001 alettiin siltaan rakentaa automaattista sulatusjärjestelmää, joka alkuperäisen aikataulun mukaisesti oli tarkoitus ottaa käyttöön jo talvikautena 2001/2002. Laitteiston toimitus- ja asennusvaikeuksien vuoksi se oli kuitenkin vasta talvella 2002/2003 toiminnassa. Sillan tulopenkereiden osalta laitteiston asennus on vielä kesken tätä raporttia laadittaessa.

Tätä tutkimusta varten kerättiin kolmen viimeisen talvikauden ajalta tietoja Meltiumin kulutuksesta, sulatuskerroista sekä liukkaudentorjunnasta aiheutuneista muista kuluista. Menetelmien toimivuutta arvioitiin sillalle tehdyillä maastokäynneillä, haastattelemalla siltaa käyttäviä autoilijoita sekä haastattelemalla Vaasan tiepiirin ja sillan talvihoidosta vastaavan Tieliikelaitoksen edustajia.

2 SILLAN LIUKKAUDENTORJUNTA

2.1 Liukkaudentorjunta-aine Meltium

Liukkaudentorjunta-aineena Raippaluodon sillalla on käytetty sekä ennen automaattisen sulatusjärjestelmän asennusta että sen jälkeen kaliumformiaattiliuosta. Kaliumformiaatti (KHCOO) valmistetaan muurahaishaposta (HCOOH) ja kaliumhydroksidista (KOH). Formiaatti hajoaa biokemiallisesti ja kuluttaa hajoamiseen happea. Sen biologinen hapenkulutus on 150 mg/O₂/g kaliumformiaattia. Täydellisesti hajotessaan formiaatti muuttuu hiilidioksidiksi ja vedeksi. Kaliumformiaatti on puhdas, hajuton ja väritön. Sen 50 %:sen liuoksen jäätymispiste on noin -60 °C ja se liukenee veteen täydellisesti. Meltiumin ominaispaino on 1,34 kg/l ja sen hinta on noin 0,9 €/kg. Norjalaisten tekemän tutkimuksen mukaan kaliumformiaatti on nopea ja tehokas jäänsulattaja. Sen on todettu toimivan jopa 15 °C pakkasessa.

2.2 Sillan perinteinen liukkaudentorjuntamenetelmä

Sillan liukkaudentorjunta on perinteisesti hoidettu säiliöautolla Vanhan Vaasan tukikohdasta, josta on matkaa Raippaluodon sillalle noin 22 km. Liukkaudentorjuntatoimenpiteisiin on ryhdytty kelikeskuksen varoituksesta. Yhdellä kerralla sillalle säiliöautosta levitetty määrä on vaihdellut suuresti; esimerkiksi talvella 2002/2003 vaihtelu oli 100 - 450 l/krt. Menetelmän toimintavarmuus on ollut kuitenkin hyvä ja liukkaallakin kelillä on tarvittu vain yksi sulatuskerta, sillä tarvittavaa sulatusliuosmäärää on voitu säätää tarpeen mukaan paikan päällä. Liuos leviää tasaisesti sillalle eikä Meltiumia mene hukkaan.

Haittapuolena on ollut tukikohdan ja sillan välisen kohtalaisen pitkän matkan lisäksi Meltium -liukkaudentorjuntavalmiuden ylläpidon kalleus pelkästään yhtä siltaa varten.

Talvella 2000-01 Meltiumia levitettiin sillalle kerralla keskimäärin 250 kg eli 187 litraa. Levityskertoja oli 28 kpl, jolloin liuosta käytettiin yhteensä 7,0 tonnia eli 5 220 litraa. Kustannukset olivat yhdeltä levityskerralta 505 € (3 000 mk) eli yhteensä 14 128 € (84 000 mk).

Talvella 2001-02 Meltiumia kului liukkaudentorjuntaan 6,55 tonnia eli 4888 litraa 27 sulatuskerralla. Yhteensä Meltiumia talven aikana hankittiin 12,75 tonnia, josta noin puolet käytettiin automaattisen sulatusjärjestelmän tankkien täyttämiseen ja koekäyttöön.

2.3 Sillan automaattinen liukkaudentorjuntajärjestelmä

Raippaluodon sillan automaattisen liukkaudentorjuntajärjestelmän asennustyöt aloitettiin kesäkuussa 2001. Järjestelmän oli alkuperäisen aikataulun mukaisesti tarkoitus olla käytössä jo talvikautena 2001/2002, mutta laitteiston toimitus- ja asennusvaikeuksien vuoksi käyttöönotto siirtyi talvelle 2002/2003. Sillan tulopenkereiden osalta laitteiston asennus on vielä kesken tätä raporttia laadittaessa. Laitteisto on valmistettu USA:ssa, jossa siitä on saatu hyviä kokemuksia.

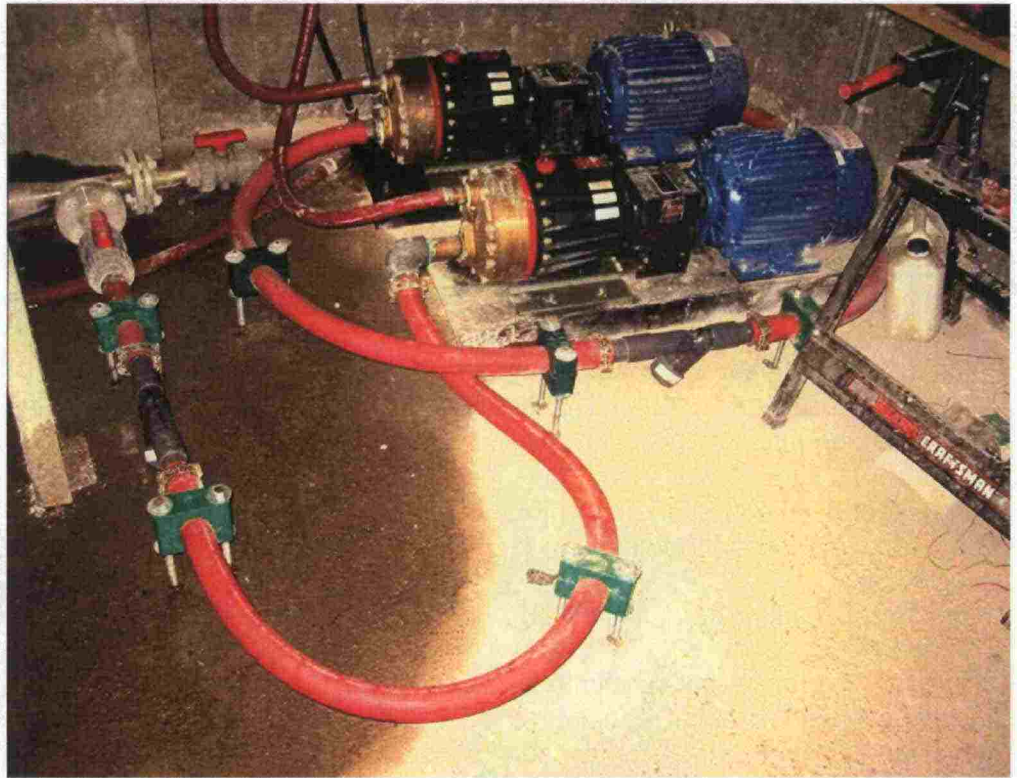
Automaattisessa liukkaudentorjuntajärjestelmässä sulatusliuos suihkutetaan ajoradalle tien keskilinjalla olevien suuttimien kautta. Suuttimia on sillalla noin 20 metrin välein yhteensä 54 kpl. Lisäksi on tarkoitus asentaa suuttimet 250 metrin matkalle tulopenkereille sillan molemmin puolin. Suuttimien asennus on edellyttänyt tarkkuutta sekä suuttimen oikean asennon että korkeuden suhteen. Suuttimesta lähtevä liuossuihku ei saa osua asfaltin reunan, eikä suutin myöskään saa olla liian ylhäällä, koska silloin se olisi liikenteen tiellä ja rikkoutuisi helposti.

Liuossuihku leviää suuttimista tielle vinosti molempien kaistojen poikki noin parin metrin levyiselle alueelle (kuva 1). Meltium-liuos ei leviä tielle kuitenkaan aivan tasaisesti. Suuttimien läheisyyteen jää enemmän liuosta kuin kauemmaksi. Yliajavien autojen on tarkoitus hoitaa liuoksen lopullinen levittäminen pitkin sillan kantta. Vähäliikenteisenä aikana Meltium ei kuitenkaan leviä tasaisesti edes ajouriin.



Kuva 1: Meltiumsuihkuja sillalla

Liuosta varastoidaan kolmessa n. 1500 litran säiliössä, joista on putkiyhteydet suuttimiin. Kahdella pumpulla korotetaan putkistoon 12 atm paine. Paineen avulla liuossuihkun on tarkoitus päästä tielle lumi- ja jääkerroksen läpi. Aivan hankalimmissa olosuhteissa näin ei ole kuitenkaan aina käynyt, vaan suuri osa liuksesta on kulunut suuttimen päällä olevan jään sulattamiseen. Yhdellä kerralla kustakin suuttimesta suihkutetaan Meltiumia 3 sekuntia, jolloin sitä levittyy sillalle yhteensä 170 litraa. Koko järjestelmä on ohjelmoitavissa, jolloin erikseen voidaan mm. määrittää jokaisen suuttimen suihkutusaika ja -määrä. Liuosmäärä on pidetty kuitenkin toistaiseksi vakiona sekä eri suihkutuserroilla että eri suuttimissa.



Kuva 2: Sulatusliuospumput

Sillan päällysteen liukkautta seurataan kahdella kelianturilla, joista toinen on keskellä tietä ja toinen ajourassa. Tieto kelitilanteesta menee Turun kelikeskukseen, josta annetaan tarvittaessa sulatuskäsky Tieliikelaitoksen talvihoidosta vastaavalle henkilölle Vanhan Vaasan tukikohtaan, joka käynnistää liukkaudentorjunnan puhelinsoitolla. Sulatuskäsky voidaan antaa myös manuaalisesti paikan päällä napista painamalla. Talvella 2002/2003 järjestelmää ei aina saatu käynnistetyksi puhelimitse, jolloin turvauduttiin perinteiseen liukkaudentorjuntatapaan.

Järjestelmä muutetaan mahdollisesti tulevaisuudessa kokonaan automaattiseksi. Tällöin sulatuskäskyn antaisivat tiessä olevat anturit, jotka tällä hetkellä säätelevät automaattista nopeusrajoitusta/varoitustaulua.

Talvella 2002-03 liukkaudentorjunta hoidettiin ensimmäistä kertaa automaattisella liukkaudentorjuntajärjestelmällä. Järjestelmää käytettiin usein myös esittely- ja testaustilanteissa, mikä luonnollisesti lisäsi Meltiumin kulutusta. Meltiumia levitettiin kauden aikana sillalle myös säiliöautolla silloin, kun automaattinen liukkaudentorjunta ei toiminut. Meltiumia kului myös hukkaan merkittävä määrä laitteistorikon seurauksena. Taulukossa 1 on erittely Meltiumin kulutuksesta talvikaudella 2002/2003.

Taulukko 1: Meltiumin kulutus talvella 2002-03

	Meltiumin kulutus (l)
Automaattinen liukk. torj.	4125
Perinteinen liukk. torj.	2800
Liukkaudentorjunta yhteensä:	6925
Näytökset ja testaukset	1315
Meltiumia hukkaan (säiliöriikko)	4630
Kulunut yhteensä:	12870

Automaattinen liukkaudentorjunta käynnistettiin kaudella 24 kertaa. Yhdellä kerralla Meltiumia ruiskutettiin 170 litraa. Kelillä, jolloin liukkaudentorjuntaan oli tarvetta, torjunta käynnistettiin 1-3 kertaa päivässä.

Perinteiseen liukkaudentorjuntaan jouduttiin turvautumaan talvikauden aikana 9 kertaa. Yhdellä torjuntakerralla Meltiumia kului 100 - 450 litraa.

Laitteisto on hankittu tarjouskilpailun perusteella edullisimmalta toimittajalta USA:sta. Kauppahinta oli 171 800 \$. Kaupan jälkeen laitteistoa on täydennetty jonkin verran; esim. suuttimien määrää on lisätty alkuperäisestä. Lisäksi järjestelmä on vaatinut ennakoitua enemmän korjauksia, joista on tullut lisäkustannuksia. Kokonaisuudessaan järjestelmän hankinta on tullut maksamaa noin 250 000 € (1,5 milj. mk). Tämän lisäksi tulevat vielä vuotuiset huolto- ja käyttökustannukset, joiden suuruudesta ei ole vielä laitteiston uutuuden ja keskeneräisyyden vuoksi tarkkaa tietoa.

Muuttuvissa kustannuksissa on kuitenkin odotettavissa säästöä. Ideaalisesti toimiessaan laitteistoon tarvitsee vain täyttää Meltiumia ja tehdä vuosittainen huolto. Tosin tähän mennessä saadun kokemuksen mukaan sulatuslaitteisto tarvitsee huolto- ja korjaustoimia oletettua enemmän. Talvella 2002-03 tapahtui mm. säiliöriikko. Myös putkiliitoksia on jouduttu korjaamaan vuotojen vuoksi. Korjauksiin on kulunut rahaa yhteensä noin 2 000 €. Toisaalta nämä laitteiston lastentaudit poistunevat ajan myötä, eivätkä jatkossa ole oletettavasti nostamassa ylläpitokustannuksia.

Vaasan alueen kunnossapitourakasta vastannut Tieliikelaitos hyvitti Raippaluodon sillan talvikauden 2002/2003 automaattisesta liukkaudentorjunnasta Tiehallintoa 39 700 €:n summalla. Edellisen talven lähinnä kokeiluluontoisista automaattisen järjestelmän käytöistä hyvitys oli 3 500 €. Toisaalta Tieliikelaitos piti edelleen yllä valmiutta hoitaa sillan liukkaudentorjunta säiliöautolla. Säiliöautolla suoritettua liukkaudentorjuntaa, johon turvauduttiin talven 2002/2003 aikana siis 9 kertaa, kertaveloitusta on ollut 625 €.

2.4 Automaattinen nopeusrajoitus

Sillan molemmin puolin, tulopenkereiden alussa on tien varrella automaattisesti muuttuvat nopeusrajoituksen ja kovan tuulen sekä liukkaan ajoradan varoitusmerkit (kuva 3). Liikennemerkki ohjautuvat sillalla olevan tiesääaseman ja kelianturien mittaustulosten mukaan. Laitteistot mittaavat tuulen nopeuden ja suunnan, ilman ja tienpinnan lämpötilan, sademäärän, ilman kosteusprosentin sekä kaste- ja jäätymispisteet. Antureiden mittausten perusteella alennetaan nopeusrajoitus 50 km/h:iin tunnissa rajoitus ja sytytetään kovan sivutuulen että liukkaan ajoradan varoitukset tarpeen mukaan.

Alkutilvesta 2002/3003 oli automaattisessa kelinvalvonnassa jonkin verran ongelmia, sillä kelianturit reagoivat liukkaaseen keliin ja pudottivat lumen ja kuuran takia nopeusrajoituksen sillalla 50 kilometriin tunnissa, mutta tieto sillan mahdollisesta liukkaudesta ei kulkenut Turun keliokeskukselle. Tilanne johtui siitä, että sillan keskellä oleva anturi sääteli nopeusrajoitusta, mutta ajourassa oleva anturi liukkaudentorjuntatarvetta. Niinpä esim. lumisella keliällä, jolloin ajourat pysyivät liikenteen vaikutuksesta paljaina ja pitävinä ja keskiviiva lumisena, oli sillalla usein 50 km/h:n nopeusrajoitus tarpeettomasti. Asia korjattiin kuitenkin talven aikana niin, että ajouran kelianturi asetettiin säätämään myös nopeusrajoitusta.



Kuva 3: Automaattinen nopeusrajoitus ennen siltaa

3 SILLAN KÄYTTÄJIEN HAASTATTELUTUTKIMUS

Keväällä 2003 tehtiin sillan käyttäjille haastattelututkimus. Tutkimuksessa selvitettiin vastaajan sukupuoli, matkan tarkoitus, asuinpaikka (Raippaluoto/muu) ja kysyttiin mielipidettä automaattisesta liukkaudentorjuntamenetelmästä verrattuna aikaisempaan menetelmään (parantunut, huonontunut, ei eroa, ei osaa sanoa). Haastattelussa tiedusteltiin myös mielipidettä automaattisen nopeusrajoitusjärjestelmän toimivuudesta (hyvin, tyydyttävästi, huonosti). Viimeiseksi sai esittää omia ajatuksia Raippaluodon sillan talvihoidosta. Haastateltuja ihmisiä oli 38. Kyselykaavake on liitteessä 1 ja vastausten jakaantuminen alla olevassa taulukossa 2.

Taulukko 2: Autoilijoiden mielipiteiden jakaantuminen

Sukupuoli	naisia	miehiä		
	16 %	84 %		
Matkan tarkoitus	ammattiliikenne	työmatka	vapaa-ajan matka	muu matka
	29 %	50 %	18 %	3 %
asuinpaikka	Raippaluoto	Muu		
	58 %	42 %		
Liukkaudentorjunnan toiminta	Parantunut	Huonontunut	Ei eroa	Ei osaa sanoa
	34 %	26 %	26 %	13 %
Autom. nopeusrajoituksen toiminta	Hyvin	Tyydyttävästi	Huonosti	
	16 %	16 %	68 %	

Vapaamuotoisia kommentteja kertyi 16 kpl, joista suurin osa koski automaattista nopeusrajoitusta. Sen toimivuus koettiin yleisesti huonoksi. Mm. seuraavanlaisia kommentteja esitettiin:

"Miksi 50 km/h:n rajoitus on päällä monta päivää, vaikka keli on kuinka hyvä tahansa." Mies, Raippaluoto

"50 km/h -kyltti voitaisiin ottaa pois." Mies, Raippaluoto

"Automaattinen nopeusrajoitus on kokonaan tarpeeton, koska useimmiten keli maantiellä on huonompi kuin sillalla ja usein nopeusrajoitustaulu ilmoittaa tuolloin, että on hyvä keli." Mies, Raippaluoto. Autoilijat mieltävät siis jos-sain määrin sillan keli-informaation koskevan alueen tiestöä laajemminkin.

"Liukkaalla kelillä on mahdotonta laskea nopeutta sillalla 50 km/h, koska raskaalla ajoneuvolla on mahdoton ylittää silta tuolla nopeudella. Varsinkin liukkaalla kelillä. Siksi on erityisen tärkeää, että liukkaudentorjuntajärjestelmä toimii." Mies, Raippaluoto

"Pitäisi seurata kinostumista esimerkiksi Bernyn risteyksessä. Nopeusrajoitus ei ehkä ole ok." Mies, asuu muualla

"Liukkaudentorjunnan ohjaus ei voi toimia katsomalla vain sillan kelikamerasta." Mies, Raippaluoto

"Aurauksia useammin!" Nainen, Raippaluoto

Pääosa kommenteista oli negatiivisia ja ne olivat henkilöiltä, jotka asuvat pysyvästi Raippaluodossa. Erityisen turhana koettiin automaattinen nopeusrajoitus. Varsinainen automaattinen liukkaudentorjuntajärjestelmä ei saanut läheskään yhtä paljoa kommentteja. Negatiivisesta palautteesta huolimatta suuri osa vastanneista eli 34% totesi liukkaudentorjunnan parantuneen. 26 % piti sitä yhtä hyvänä kuin edellisinä vuosina. 26% oli sitä mieltä, että perinteinen menetelmä sillan liukkaudentorjunnassa toimi paremmin kuin uusi menetelmä. Loput eivät osanneet ottaa kantaa kysymykseen.

Automaattisen nopeusrajoituksen suhteen oltiin kriittisempiä. 68% haastatelluista totesi sen toimineen huonosti. Lisäksi vapaaehtoisista kommenteista 69 % koski rajoituksen poistamista tai toimivuuden tarkistamista.

4 SILLAN TARKASTUSKÄYNNIT

Talven 2002/2003 aikana tehtiin sillalle kaksi maastokäyntiä ja kesällä 2003 yksi. 6.11.2002 havainnoitiin pistokoeluonteisesti sillan tienpinnan liukkautta, liukkaudentorjunnan toimivuutta ja tehokkuutta. Maaliskuun 13.2003 ja elokuun 8.2003 havainnoitiin lähinnä Meltiumin mahdollisia vaikutuksia sillan päällysteeseen.

4.1 Tien kuntotilanne Raippaluodon sillalla 6.11.2002 klo 9:00

Säätila:

Lämpötila oli Vaasan tiesäähavaintoaseman mukaan edellisenä päivänä ollut hieman plussan puolella, mutta laskenut aamutunteina -1°C pakkasen puolelle. 0°C alitettiin klo 6.25. Tämän seurauksena Raippaluotoon johtavan tien pinta oli ohuen jääkalvon peitossa ja melko liukas. Havaintohetkellä aamuaurinko paistoi melko selkeältä taivaalta ja tuulta oli vain 5 m/s. Edellinen lumipyry oli ollut 31.10 ja 1.11. välisenä yönä.

Ajokeli sillalla:

Sillan länsiosassa eteläinen kaista eli se kaista, jota pitkin aamuinen työmaaliikenne oli kulkenut kaupunkiin, oli sula. Sen kitka-arvot kengällä tunnistellen ja autolla jarrutellen olivat hyvät. Näytti siltä, että Meltium olisi auton renkaiden mukana levinnyt hyvin ajourien kohdilla sillalle. Tosin urien välissä erottui hyvin Meltiumläiskien ja "kuivien" osuuksien vuorottelu. Pohjoispuolen kaista, jolla aamuisin on vähemmän liikennettä, oli lähes yhtä liukas kuin maantie sillan molemmin puolin.

Sillan itäosassa oli aamuaurinko ehkä jo jossain määrin lämmittänyt tienpintaa ja sulattanut jäätä, koska tien pinta oli molemmilla kaistoilla pitävämpi kuin toisen pään pohjoisella kaistalla. Myös tällä puolella eteläisellä kaistalla Meltium oli ajourien kohdilla levinnyt hyvin auton renkaiden mukana pitkin sillan kantta. Keskilinjalla oli vielä jonkin verran lunta jäljellä. Pohjoisella kaistalla formiaatti ei ollut vielä levinnyt renkaiden mukana koko matkalle vaan formiaattiosuudet ja "kuivat" osuudet erottuivat koko kaistan leveydeltä sillan kannella. Joka tapauksessa koko sillan kansi oli pitävämpi kuin sillalle johtava tie.



Kuva 4: Raippaluodon sillan länsiosa 6.11.2002 klo 9.00. Meltiumin sulattamat ja jäiset osuudet erottuvat hyvin sillan kannella.

4.2 Tien kuntotilanne Raippaluodon sillalla 13.3.2003 klo 8:00

Säähavainnot:

Keli oli hyvä kuten se oli ollut jo edellisen päivänkin. Aamulla oli muutama aste pakkasta. Ilma lämpeni kuitenkin nopeasti auringon noustua selkeälle taivaalle muutaman asteen nollan yläpuolelle. Tie oli havaintohetkellä paljas, kuiva ja pitävä. Tuulta oli 5 m/s. Edellinen liukkaudentorjuntatoimenpide oli ollut 28.2.2003.

Tienpinnan liukkaus:

Tien pinta oli sillalla havaintohetkellä paljas, pitävä ja kuiva. Sillan pohjoisreunalla sijaitsevan kevyen liikenteen väylän ajoradan puoleinen puoli oli myös sulana kun taas merenpuoleinen puolisko oli selvän jääpolanteen peitossa. Ilmeisesti Meltiumia joko lentää suuttimista tai sitten sitä roiskuu autojen renkaista niin, että myös kevyen liikenteen väylän liukkaudentorjunta hoi-
tuu osin automaattisen sulatusjärjestelmän avulla.

Päällysteen kunto:

Koska tie oli kuiva ja pitävä, huomio kiinnitettiin päällysteen kuntoon sillan kannella ja sen Raippaluodon puoleisella pengerosuudella. Sillan kannella päällysteelle oli tunnusomaista, että sen karkeat kivirakeet olivat monin paikoin urissa selvästi koholla, siitä huolimatta, että käytetty kiviaines ei ole erityisen kovaa kiveä. Lisäksi urissa oli siellä täällä tummempia, ilmeisesti kosteampia läikkiä. Läikissä oli paikoin havaittavissa alkavaa päällysteen purkautumista (kuva 5). Ilmiö oli ehkä selvin sillan länsipäässä ja ehkä vähiten havaittavissa ylhäällä, keskellä siltaa. Sen sijaan pengerosuudella ei vastavasta näkynyt merkkejä.



Kuva 5: Raippaluodon sillan länsipään päällyste 13.3.2003 klo 9.00.

4.3 Tien kuntotilanne Raippaluodon sillalla 8.8.2003 klo 15:00

Erittäin kuuman ja pitkäkestoisen hellejakson jälkeen tehdyllä tarkastuskäynnillä selvitettiin, oliko sillan päällysteessä vielä nähtävissä merkkejä kevättalvella havaituista viitteistä, joiden mukaan Meltiumin vaikuttaa päällysteen kulumiseen tai purkautumiseen. Sillan päällyste oli kuitenkin selvästi tasoittunut keväisestä, eikä sillan ja tulopenkereiden päällysteissä pääsääntöisesti ollut havaittavissa eroa. Kuitenkin jo keväällä havaittu pahin purkauma-kohta sillan pohjoispuolisen kaistan länsipään loppuosalla oli vielä selvästi näkyvissä ja päällysteen purkautuminen oli jopa edennyt keväällä havaitusta (Kuva 6). Varmuudella ei voida tietenkään näiden havaintojen perusteella esittää vaurion johtuvan Meltiumin vaikutuksesta, vaan vaurioon voi olla syynä myös päällysteen valmistusvirhe.



Kuva 6. Purkaumakohta Raippaluodon sillalla 8.8.2003

5 YHTEENVETO

Raippaluodon sillan automaattisen liukkaudentorjuntajärjestelmän asennustyöt aloitettiin kesällä 2001 ja järjestelmä oli ensi kertaa käytössä talvikaudella 2002/2003. Aikaisemmin liukkaudentorjunta oli hoidettu Tieliikelaitoksen Vanhan Vaasan tukikohdasta käsin säiliöautolla.

Laitteisto on maksanut tähän mennessä 250 000 €. Kuluneen yhden talven perusteella ei voida vielä arvioida automaattisen sulatuslaitteiston lopullisia vuotuisia käyttökuluja, sillä se oli vielä kehitysvaiheessa ja siinä esiintyi ylimääräisiä kuluja aiheuttaneita ongelmia, jotka poistunevat tai pienenevät oleellisesti, kunhan järjestelmä saadaan täysin valmiiksi. Tavoitteena on, että tulevaisuudessa laitteisto vaatisi vain hiukan huoltoa ja säiliöiden täyttämistä sekä vähäistä automatiikan toiminnan valvontaa.

Laskettaessa laitteiston hyötyjä suhteessa kustannuksiin tulee huomioida tämän pilottihankkeen merkitys automaattisen sulatusjärjestelmän soveltuvuuden selvittämisessä ja kehittämisessä Suomen talvioloihin soveltuvaksi.

Liukkaudentorjunta-aineena käytetyn Meltiumin kulutuksesta ei voida tämän selvityksen perusteella päätellä väheneekö se automaattisen menetelmän ansiosta vai ei. Kulutukseen vaikuttaa suurelta osin eri talvien hyvinkin vaihtelevat keliolosuhteet. Luotettavien vertailutietojen saamiseksi tutkimusvuosia pitäisi olla moninkertainen määrä. Meltium -määrää yhdellä automaattisen järjestelmän suihkutuskerralla ei myöskään ole vielä optimoitu,

vaan se on ollut vakio koko ajan. Sen sijaan perinteisellä menetelmällä liuoksen käyttömäärää voidaan säädellä paikan päällä tarpeen mukaan.

Automaattisen sulatusjärjestelmän heikkoutena on se, että Meltium-liuos ei leviä tielle tasaisesti. Suuttimien läheisyyteen jää enemmän ja väleille ei kenties yhtään. Vähäliikenteisenä aikana Meltium ei leviä koko sillan matkalle edes ajouriin. Näin tienpinta saattaa olla paikoitellen liukas.

Parhaiten sulatusjärjestelmä toimisi silloin kun liikenne sillalla olisi mahdollisimman tasainen kumpaankin suuntaan. Sijainniltaan laitteistoa sopisi käyttää Etelä-Suomessa sekä rannikkoseudulla aina Ouluun saakka, jossa talvet ovat vähälumisia sekä lämpötila vaihtelee 0°C molemmiin puolin. Mustaa jäätä järjestelmä sulattaa hyvin.

Meltiumin rapauttavasta vaikutuksesta sillan asfalttipäällysteeseen ei saatu selvää näyttöä, mutta kylläkin sen suuntaisia merkkejä oli havaittavissa.

Suoritetun sillan käyttäjien haastattelututkimuksessa 60 % autoilijoista oli sitä mieltä, että sillan liukkaudentorjunta on ollut talvella 2002/2003 parempaa tai yhtä hyvää kuin edellisinä talvina. Sen sijaan sillan automaattiseen nopeusrajoitusjärjestelmään oltiin yleisesti tyytymättömiä.

LIITELUETTELO

Liite 1

Kyselykaavake

Kysely Raippaluodon sillan liukkaudentorjunnasta Talvella 2002- 2003

Sukupuoli ?

☐
☐Nainen
Mies

Matkan tarkoitus ?

☐
☐
☐
☐Ammattiautoilija
Työmatka
Vapaa-ajan matka
Muu,mikä? _____

Saaristoasukas ?

☐
☐Asun pysyvästi saaristossa
ei pysyvästi asuva

Uusi automaattinen liukkaudentorjunta menetelmä on ollut käytössä talvella 2002-2003; kuinka se on mielestänne toiminut aikaisempaan verrattuna ?

☐
☐
☐
☐Paremmiin
Huonommin
Ei eroa
En osaa sanoa

Kuinka automaattinen nopeusrajoitus on toiminut ?

☐
☐
☐Hyvin
Tyydyttävästi
Huonosti

Onko teillä muita ajatuksia Raippaluodon sillan liukkaudentorjunnasta !

Tieliikelaitos kiittää Teitä vastauksistanne !

ISSN 1457-9871
ISBN 951-803-206-8
TIEH 3200854